

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

Publication 138

Première édition — First edition

1962

**Méthodes pour les mesures des propriétés électriques essentielles
des antennes de réception dans la gamme de fréquence
de 30 MHz à 1 000 MHz**

**Methods of measurement of essential electrical properties of receiving
aerials in the frequency range from 30 MHz (Mc/s) to 1 000 MHz (Mc/s)**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60138:1962

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

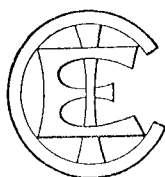
Publication 138

Première édition — First edition

1962

**Méthodes pour les mesures des propriétés électriques essentielles
des antennes de réception dans la gamme de fréquence
de 30 MHz à 1 000 MHz**

**Methods of measurement of essential electrical properties of receiving
aerials in the frequency range from 30 MHz (Mc/s) to 1 000 MHz (Mc/s)**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Article	
1. Généralités	6
1.1 Objet	6
1.2 Domaine d'application	6
2. Terminologie	6
2.1 Antenne de réception	6
2.2 Direction de polarisation	6
2.3 Gain disponible d'une antenne	6
2.4 Gain réel	8
2.5 Gain réel en champ	8
2.6 Diagramme de directivité	8
2.7 Impédance d'antenne	8
2.8 Coefficient de réflexion de l'antenne	10
2.9 Taux d'onde stationnaire	10
3. Méthodes de mesure	10
3.1 Introduction	10
3.2 Gain réel	10
3.3 Diagramme de directivité	12
3.4 Impédance d'antenne	14
3.5 Coefficient de réflexion et taux d'onde stationnaire	16
4. Emplacement de mesure	16
5. Fréquences de mesure	18
Figures 1 à 12	22-32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. General	7
1.1 Object	7
1.2 Scope	7
2. Terminology	7
2.1 Receiving aerial	7
2.2 Direction of polarization	7
2.3 Available gain of an aerial	7
2.4 Actual gain	9
2.5 Actual field strength gain	9
2.6 Directivity pattern	9
2.7 Aerial impedance	9
2.8 Aerial reflection coefficient	11
2.9 Voltage standing wave ratio	11
3. Methods of measurement	11
3.1 Introduction	11
3.2 Actual gain	11
3.3 Directivity pattern	13
3.4 Aerial impedance	15
3.5 Reflection coefficient and voltage standing wave ratio	17
4. Measuring site	17
5. Measuring frequencies	19
Figures 1-12	22-32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES POUR LES MESURES DES PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES
ESSENTIELLES DES ANTENNES DE RÉCEPTION DANS LA GAMME
DE FRÉQUENCE DE 30 MHz A 1 000 MHz**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 12A, Matériel de réception radio-électrique, du Comité d'Etudes N° 12, Radiocommunications.

Les travaux relatifs à cette question débutèrent lors de la réunion tenue à Munich en 1956; différents projets furent discutés lors de réunions tenues à Paris en 1958 et à Ulm en 1959. A la suite de cette dernière réunion, un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mai 1960.

Les 15 pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Hongrie	Union Sud-Africaine
Italie	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**METHODS OF MEASUREMENT OF ESSENTIAL ELECTRICAL
PROPERTIES OF RECEIVING AERIALS IN THE FREQUENCY RANGE
FROM 30 MHz (Mc/s) TO 1 000 MHz (Mc/s)**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This recommendation was prepared by Sub-Committee 12A, Radio-receiving equipment, of Technical Committee No. 12, Radio-communication.

Work was commenced at the meeting held at Munich in 1956, and drafts were discussed at the meetings held at Paris in 1958 and at Ulm in 1959. As a result of this latter meeting, a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in May 1960.

The following 15 countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Netherlands
Czechoslovakia	Norway
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
France	Union of South Africa
Germany	United Kingdom
Hungary	United States of America
Italy	

MÉTHODES POUR LES MESURES DES PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES ESSENTIELLES DES ANTENNES DE RÉCEPTION DANS LA GAMME DE FRÉQUENCE DE 30 MHz A 1 000 MHz

1. Généralités

1.1 *Objet*

Les présentes recommandations ont pour objet la normalisation des conditions et des méthodes de mesure sur les antennes de réception, de façon à permettre la comparaison des résultats de mesures obtenus par différents observateurs.

Elles ne comportent pas d'étude critique des résultats de mesures.

Elles constituent un catalogue de mesures sélectionnées, recommandées pour évaluer les propriétés électriques essentielles des antennes de réception d'un type donné. Elles ne sont ni obligatoires ni limitatives, un choix peut être fait dans la liste en fonction des besoins. Si nécessaire, on pourra procéder à des mesures supplémentaires, mais celles-ci doivent être effectuées de préférence conformément aux normes établies par l'organisme de normalisation du pays intéressé.

1.2 *Domaine d'application*

Les méthodes de mesures décrites dans les présentes recommandations s'appliquent plus particulièrement aux antennes de réception avec leurs lignes d'alimentation associées pour la réception d'ondes à polarisation rectiligne, dans la gamme de fréquence de 30 MHz à 1 000 MHz.

Les sujets suivants sont exclus:

- a) Propriétés mécaniques;
- b) Susceptibilité aux perturbations;
- c) Installations complètes (comprenant l'antenne, le dispositif séparé d'adaptation, la descente d'antenne, le récepteur, etc.).

2. Terminologie

2.1 *Antenne de réception*

Partie d'un système radioélectrique conçue en vue de capter l'énergie électromagnétique rayonnée et pouvant comprendre tout dispositif d'adaptation mécaniquement incorporé.

2.2 *Direction de polarisation*

La direction de polarisation d'une onde électromagnétique est donnée par la direction du vecteur champ électrique.

2.3 *Gain disponible d'une antenne*

Le gain disponible d'une antenne dans une direction donnée et à une fréquence donnée, pour une onde électromagnétique plane incidente se propageant dans la direction considérée, est le rapport de la puissance disponible aux bornes de cette antenne à la puissance disponible aux bornes de l'antenne de référence.

METHODS OF MEASUREMENT OF ESSENTIAL ELECTRICAL PROPERTIES OF RECEIVING AERIALS IN THE FREQUENCY RANGE FROM 30 MHz (Mc/s) TO 1 000 MHz (Mc/s)

1. General

1.1 Object

The object of this recommendation is to standardize the conditions and methods of measurement on receiving aerials, so as to make possible the comparison of the results of measurements obtained by different observers.

No qualification of the results of the measurements are included.

It constitutes a catalogue of selected measurements recommended for assessing the essential electrical properties of receiving aerials of a given type. It is neither mandatory nor limiting; a choice can be made from the list as required. If necessary, additional measurements may be carried out, but these should be preferably carried out according to standards laid down by the standardizing body of the country concerned.

1.2 Scope

The methods of measurement described in this recommendation apply more particularly to aerials with their associated feeders for the reception of linearly polarized waves in the frequency range from 30 MHz (Mc/s) to 1 000 MHz (Mc/s).

The following subjects are excluded:

- a) Mechanical properties;
- b) Susceptibility to interference;
- c) Complete installations (consisting of aerial, separate matching device, cable, receiver, etc.).

2. Terminology

2.1 Receiving aerial

That part of a radio system, which is designed to receive radiated electromagnetic energy and which may include any mechanically integrated matching devices.

2.2 Direction of polarization

It is understood that the direction of polarization of an electromagnetic wave is indicated by the direction of its electrical field vector.

2.3 Available gain of an aerial

The available gain of an aerial in a specified direction and at a specified frequency is the ratio of the available power at the terminals of this aerial, originating from an incident plane electromagnetic wave in this direction producing a uniform field, to the available power at the terminals of a reference aerial.

L'antenne de référence doit être placée dans le même champ électromagnétique et être orientée de façon à recevoir la puissance disponible maximale.

La puissance disponible est la puissance fournie par l'antenne à une charge adaptée (impédance conjuguée).

Dans la gamme de fréquence de 30 MHz à 1 000 MHz, le dipôle demi-onde est pris habituellement pour référence.

2.4 Gain réel

La définition du paragraphe 2.3 se base sur la puissance utile disponible de l'antenne considérée. Dans la pratique il peut y avoir un défaut d'adaptation entre l'antenne et la charge, d'où la nécessité de définir le gain réel.

Le gain réel est le rapport de la puissance aux bornes de l'antenne, fournie à une charge résistive spécifiée, à la puissance disponible aux bornes d'une antenne de référence dans les mêmes conditions que celles du paragraphe 2.3.

Note. — Le gain d'une antenne peut également s'exprimer par rapport au gain d'une antenne isotrope. Le gain d'un dipôle demi-onde par rapport à celui d'une antenne isotrope est théoriquement 2,15 dB.

Sauf spécification contraire, le chiffre exprimant le gain d'une antenne se rapporte au gain dans la direction du lobe principal, à moins que l'antenne n'ait été prévue pour recevoir le rayonnement dans une direction différant de celle du lobe principal. La direction pour laquelle le gain est donné sera spécifiée dans tous les cas.

On doit indiquer clairement le type d'antenne de référence et dire si le gain est exprimé sous forme d'un rapport numérique ou en décibels.

2.5 Gain réel en champ

Le gain réel en champ est égal à la racine carrée de la valeur numérique du gain réel. Cette façon d'exprimer le gain réel n'est pas recommandée.

2.6 Diagramme de directivité

Le diagramme de directivité d'une antenne, pour une certaine fréquence et dans un plan donné, est la présentation graphique dans ce plan en fonction de l'angle de rotation du rapport de la tension (ou courant) de sortie de cette antenne, à la tension (ou courant) maximale de sortie, lorsque l'antenne est placée dans un champ uniforme.

Etant donné que l'intensité du champ est proportionnelle au courant, ce diagramme porte parfois le nom de diagramme de directivité en champ.

En prenant le carré du rapport des tensions (ou des courants) on obtient un diagramme de directivité en puissance.

Les diagrammes de directivité sont indépendants de la charge de l'antenne.

2.7 Impédance d'antenne

L'impédance d'une antenne est l'impédance

$$Z_a = R_a + jX_a$$

aux bornes prévues pour relier l'antenne à la ligne d'alimentation ou au récepteur, R_a étant la composante active et X_a la composante réactive de l'impédance d'antenne.

The reference aerial must be placed in the same electromagnetic field and be oriented for the reception of maximum available power.

The available power is the power that will be delivered by the aerial to a matched load (conjugate impedance).

In the frequency range from 30 MHz (Mc/s) to 1 000 MHz (Mc/s) the half-wave dipole is commonly used as a reference.

2.4 Actual gain

The definition of Sub-clause 2.3 is based upon the available power of the aerial under consideration. In practice there may be a mismatch between aerial and load, hence actual gain should be defined.

The actual gain is the ratio of the power at the terminals of the aerial, delivered into a specified resistive load, to the available power at the terminals of a reference aerial under the same conditions as mentioned in Sub-clause 2.3.

Note. — The gain of an aerial can also be expressed as the gain relative to an isotropic aerial. The gain of a half-wave dipole compared with an isotropic aerial is theoretically 2.15 dB.

When not otherwise specified, the figure expressing the gain of an aerial refers to the gain in the direction of the main lobe. When the aerial has been designed to receive from a direction other than that of the main lobe, the direction for which the gain is given shall always be stated.

The type of reference aerial and whether the gain is expressed as a numerical ratio or in decibels, shall be clearly indicated.

2.5 Actual field strength gain

The actual field strength gain is equal to the square root of the numerical actual gain. This way of expressing the actual gain is not recommended.

2.6 Directivity pattern

The directivity pattern of a receiving aerial at a certain frequency in a specified plane is the graphical presentation of the ratio between the output voltage (or current) of this aerial to the maximum output voltage (or current) in this plane as a function of the angle of rotation, when the aerial is placed in a uniform field.

Due to the proportionality of field strength and current, this pattern is sometimes called a field strength directivity pattern.

By taking the square of the voltage (or current) ratio one obtains a power directivity pattern.

The directivity patterns are independent of aerial load.

2.7 Aerial impedance

The aerial impedance is the impedance

$$Z_a = R_a + jX_a$$

at the terminals provided for connecting the aerial to the transmission line, or to the receiver, where R_a is the resistive component and X_a the reactive component of the aerial impedance.

2.8 Coefficient de réflexion de l'antenne

Si l'impédance caractéristique de la ligne d'alimentation de l'antenne est égale à Z_0 et l'impédance d'antenne égale à Z_a , le coefficient de réflexion r est donné par :

$$r = \frac{Z_a - Z_0}{Z_a + Z_0} = |r| e^{j\psi}$$

En pratique Z_0 est égale à la charge résistive spécifiée, voir paragraphe 2.4.

2.9 Taux d'onde stationnaire

Le taux d'onde stationnaire s pour une antenne alimentée par une ligne sans perte et dont le coefficient de réflexion est r (voir paragraphe 2.8) est donné par :

$$s = \frac{1 + |r|}{1 - |r|} \quad |r| = \frac{s - 1}{s + 1}$$

3. Méthodes de mesure

3.1 Introduction

Conformément au principe de réciprocité, une antenne présente des caractéristiques équivalentes, que les mesures soient faites en la considérant comme antenne de réception ou comme antenne d'émission. On peut utiliser l'une ou l'autre des méthodes pour mesurer le gain réel et la directivité.

3.2 Gain réel

Le gain réel doit être mesuré par l'une des méthodes équivalentes ci-dessous.

- L'antenne, ainsi que son système de fixation prévu, sont disposés à un emplacement conforme aux indications de l'article 4 et exposés à une onde électromagnétique plane incidente dont la polarisation correspond à celle de l'antenne. On compare la puissance fournie par l'antenne à une charge résistive spécifiée, à la puissance disponible fournie par un dipôle de référence qu'on lui substitue.
- L'antenne, ainsi que son système de fixation prévu, sont disposés à un emplacement conforme aux indications de l'article 4 et alimentés par une source à fréquence radioélectrique ayant une impédance égale à la charge résistive spécifiée. On compare la puissance fournie aux bornes de l'antenne à la puissance qu'il est nécessaire de fournir au dipôle de référence pour produire le même champ sur une même antenne de réception éloignée.
- Une variante basée sur le principe de réciprocité, et dans laquelle deux modèles identiques d'antenne sont utilisés à la fois comme antenne d'émission et comme antenne de réception, est à l'étude.

Dans les cas *a)* et *b)*, le dipôle de référence doit être placé de préférence de telle sorte que son centre soit à peu près au centre de gravité de l'antenne sur laquelle on fait les mesures.

Si ceci ne peut être obtenu, on peut choisir un point plus approprié, mais, dans tous les cas, le point choisi doit être mentionné dans les résultats de mesure.

Les fréquences auxquelles on détermine le gain sont indiquées à l'article 5.

Dans toute la mesure du possible, on doit utiliser le même système de ligne d'alimentation pour l'antenne essayée et l'antenne de référence; toutefois, dans tous les cas, on doit tenir compte, pour chaque fréquence, de l'affaiblissement de la ligne d'alimentation utilisée.

On doit veiller à ce que la ligne d'alimentation occupe sa position normale par rapport à l'antenne. Lorsque cette position normale n'est pas spécifiée, on doit s'assurer que le choix de la position de la ligne d'alimentation a la plus faible influence possible sur les mesures.

2.8 Aerial reflection coefficient

If the characteristic impedance of the aerial transmission line is equal to Z_o and the aerial impedance is equal to Z_a , the reflection coefficient r is given by

$$r = \frac{Z_a - Z_o}{Z_a + Z_o} = |r| e^{j\psi}$$

In practice Z_o will be equal to the specified resistive load, see Sub-clause 2.4.

2.9 Voltage standing wave ratio

The voltage standing wave ratio s for an aerial with a lossless transmission line having a reflection coefficient r (see Sub-clause 2.8) is given by

$$s = \frac{1 + |r|}{1 - |r|} \quad |r| = \frac{s - 1}{s + 1}$$

3. Methods of measurement

3.1 Introduction

By the law of reciprocity, an aerial will exhibit equivalent characteristics whether it be tested as a receiving aerial or as a transmitting aerial. Either method may be used when measuring actual gain and directivity.

3.2 Actual gain

The actual gain shall be measured by either of the following equivalent methods.

- The aerial, together with its designed mounting system, shall be placed on a site as indicated in Clause 4 and exposed to an incident plane electromagnetic wave, having a polarization corresponding to the design of the aerial. The output power from this aerial, delivered to the specified resistive load, shall be compared with the available power from a reference dipole, by which it is substituted.
- The aerial, together with its designed mounting system, shall be placed on a site as indicated in Clause 4 and supplied with radio-frequency energy. The available power from a source (with an impedance equal to the specified resistive load) at the terminals of this aerial, to produce a certain field strength at a distant receiving aerial, shall be compared with the power to be supplied to a reference dipole, to produce the same field strength at the same distant receiving aerial.
- An alternative method, based upon the law of reciprocity, in which two identical samples of the aerial type in question are used as transmitting and receiving aerial, respectively, is under consideration.

In the cases *a)* and *b)*, this reference dipole shall preferably be placed with its centre approximately at the centre of gravity of the aerial to be measured.

When this is impracticable, a more suitable point may be chosen, but in all cases the point chosen shall be stated in the results of the measurement.

The frequencies at which the gain is determined are indicated in Clause 5.

Whenever possible, the same transmission line system shall be used for the test aerial and the reference aerial; in any case the attenuation of the transmission line system used shall be taken into account at each frequency.

Care shall be taken to ensure that the transmission line occupies its normal position relative to the aerial. Where this normal position is not specified, care shall be taken to ensure that the transmission line is positioned so as to have the least influence on the measurements.

Pour vérifier la stabilité du système de mesure:

- a) Lorsque l'antenne soumise aux mesures est utilisée pour la réception, on doit utiliser une antenne de réception témoin, placée dans une position telle qu'elle ne modifie pas le champ électromagnétique à l'emplacement de l'antenne soumise aux mesures (voir figure 1, page 22, disposition (p)).
- b) Lorsque, pour les mesures, on utilise l'antenne comme antenne d'émission, on doit se servir d'une antenne d'émission témoin placée dans une position telle qu'elle ne modifie pas le champ électromagnétique dû à l'antenne sur laquelle on effectue les mesures (voir figure 1, disposition (q)).

L'antenne sur laquelle on fait les mesures doit être reliée à l'appareil de mesure ou au générateur à haute fréquence au moyen d'une ligne d'alimentation dont l'impédance, vue des bornes de l'antenne, a une valeur telle que le coefficient de réflexion soit inférieur à 0,1 pour la charge résistive spécifiée.

Pour faciliter les mesures et améliorer leur précision, la ligne d'alimentation doit être adaptée à l'appareil de mesure ou au générateur à haute fréquence de façon que le coefficient de réflexion soit inférieur à 0,1.

L'antenne de référence doit être un dipôle demi-onde replié ou simple, résonnant sur la fréquence de mesure, c'est-à-dire d'impédance résistive (voir paragraphe 2.7). Si on utilise une ligne d'alimentation non adaptée, on doit utiliser un transformateur d'adaptation approprié et on doit tenir compte des pertes de transmission correspondantes.

Le coefficient de réflexion de l'antenne de référence, pour la ligne d'alimentation, ne doit pas dépasser 0,1 à la fréquence de résonance.

Les indications suivantes facilitent le dimensionnement des dipôles de référence:

- a) Les dipôles simples pour toute la gamme de fréquence de 30 MHz à 1 000 MHz peuvent être déterminés au moyen des courbes de la figure 2, page 23.
- b) Pour la même gamme de fréquence, on peut utiliser des dipôles repliés de 300 ohms, déterminés au moyen des figures 3 à 7 incluse (pages 24 à 28).

Dans ces figures, la distance entre les bornes du dipôle peut varier de 8 mm à 25 mm, sans que les autres dimensions soient modifiées. Cette distance doit être, de préférence, égale à l'écartement des fils de la ligne d'alimentation.

On doit éviter l'abus des matières isolantes pour le montage du dipôle de référence.

Présentation graphique

Le gain réel doit être présenté en fonction de la fréquence, les points mesurés étant clairement indiqués sur le graphique. On doit mentionner la charge résistive spécifiée.

La direction pour laquelle s'applique ce graphique doit être clairement indiquée par un dessin bien visible. Le graphique doit également indiquer le type et l'emplacement de l'antenne de référence, et si le gain est exprimé en décibels ou sous forme de rapport numérique.

La figure 8, page 29, donne un exemple de courbe de gain réel.

3.3 Diagramme de directivité

Les mesures destinées à la construction du diagramme de directivité (voir paragraphe 2.6) doivent être effectuées à un emplacement répondant aux spécifications de l'article 4, dans un champ électromagnétique homogène dont la polarisation correspond à celle de l'antenne, et pour la position de celle-ci pendant les mesures.

Pour des raisons de commodité, l'antenne ainsi que son dispositif de fixation doivent être disposés de manière que le plan où s'effectuent les mesures pour le diagramme de directivité soit horizontal, l'antenne tournant autour d'un axe vertical.

Lorsque l'antenne fait l'objet de mesures en tant qu'antenne de réception, la tension ou le courant de sortie, produits par l'onde électromagnétique plane incidente, sont mesurés en fonction de l'angle de rotation.

To check the stability of the measuring system:

- a) When using the aerial under test for receiving, a receiving monitor aerial shall be used and sited in such a position that it does not alter the electromagnetic field at the aerial under test (see Figure 1, page 22, disposition (p)).
- b) When using the aerial under test for transmitting, a transmitting monitor aerial shall be used and sited in such a position that it does not alter the electromagnetic field due to the aerial under test (see Figure 1, disposition (q)).

The aerial to be measured shall be connected to the measuring device or to the r.f. generator by means of a transmission system, which gives rise to a reflection coefficient, at the aerial terminals, of a magnitude less than 0.1 relative to the specified resistive load.

To facilitate the measurement and to improve its accuracy the transmission system should be matched to the measuring device or to the r.f. generator, so that the magnitude of the reflection coefficient is less than 0.1.

The reference aerial shall be a half-wave folded or single dipole, resonant at the measuring frequency, i.e., having a resistive impedance (see Sub-clause 2.7). Where an unbalanced transmission system is used, a suitable balance to unbalance transformation shall be made between the dipole and the transmission system, and the transformation loss shall be taken into account.

The magnitude of the reflection coefficient of the reference aerial to the transmission system shall not exceed 0.1 at the resonant frequency.

To facilitate the dimensioning of such reference dipoles, the following information is given:

- a) Single dipoles for the whole frequency range 30 MHz (Mc/s) — 1 000 MHz (Mc/s) may be determined by means of the curves of Figure 2, page 23.
- b) Folded dipoles (300 ohm) for the same frequency range may be determined by means of the curves of the Figures 3 to 7 inclusive (pages 24-28).

In these figures the distance between the dipole terminals may vary between 8 mm and 25 mm without affecting the other dimensions. Preferably this distance shall be taken equal to the spacing between the wires of the transmission line.

The excessive use of insulating material for mounting the reference dipole shall be avoided.

Graphical presentation

The actual gain shall be presented as a function of frequency, the measured points being clearly indicated on the graph. The specified resistive load shall be stated.

The direction for which this graph applies shall be clearly indicated in a pictorial form. The type and the location of the reference aerial shall also be indicated on the graph, as well as whether the gain is expressed in decibels or as a numerical ratio.

An example of an actual gain curve is given in Figure 8, page 29.

3.3 Directivity pattern

The measurement of the directivity pattern (see Sub-clause 2.6) shall be performed on a site as specified in Clause 4, in a homogeneous electromagnetic field with a polarization corresponding to the design of the aerial and its position during the measurements.

For reasons of convenience the aerial, together with its designed mounting system, shall be oriented in such a way that the plane for which the directivity pattern is to be measured is horizontal, so that the aerial can be rotated around a vertical axis.

When the aerial is measured as a receiving aerial, the output voltage or current originating from an incident plane electromagnetic wave shall be measured as a function of the angle of rotation.

Lorsque l'antenne fait l'objet de mesures en tant qu'antenne d'émission, l'intensité relative du champ à l'emplacement de l'antenne de réception éloignée doit être mesurée en fonction de l'angle de rotation. L'antenne de réception doit être disposée de façon à mesurer la composante de polarisation correspondant à l'antenne sur laquelle on fait la mesure et pour la position de celle-ci.

On doit relever un nombre suffisant de points pour déterminer toutes les parties du diagramme de directivité dont les amplitudes dépassent un pourcentage spécifié du lobe principal.

On doit choisir les fréquences de mesure conformément à l'article 5.

Présentation graphique

Le diagramme de directivité est présenté en coordonnées polaires, les rayons vecteurs représentant, sur une échelle linéaire, le rapport en pour-cent de l'amplitude considérée à l'amplitude maximale mesurée. Les points correspondant aux mesures doivent figurer clairement sur le graphique ainsi que le plus faible pourcentage mesuré du lobe principal. Lorsqu'on a effectué un enregistrement continu, on doit le signaler.

La fréquence et l'orientation de l'antenne relative au diagramme doivent être clairement indiquées sur la figure.

Les figures 9 et 10, page 30, donnent des exemples pour deux antennes différentes.

Note. — On peut également utiliser, si on le désire, une présentation en coordonnées rectangulaires.

3.4 Impédance d'antenne

L'impédance d'antenne, y compris son dispositif de fixation, peut être mesurée par toute méthode appropriée, telle qu'une ligne à fentes, un pont à haute fréquence, etc., en utilisant des dispositifs appropriés, y compris un symétriseur lorsqu'il s'agit d'antennes symétriques. Les fréquences auxquelles les impédances d'antenne doivent être déterminées sont indiquées à l'article 5.

Pour réduire l'influence de la terre et d'autres gros objets réfléchissants sur l'impédance d'antenne, la distance de tout point de l'antenne, sur laquelle on fait les mesures, à ces objets, dans une direction θ , ne doit pas être inférieure à la plus grande des deux valeurs :

$$C_1 \cdot G \cdot e_{\theta}^2 \cdot \lambda \quad \text{ou} \quad C_2 \cdot w$$

Dans ces expressions

G est le gain réel de l'antenne soumise aux mesures pour le lobe principal, rapporté à un dipôle demi-onde;

θ l'angle mesuré à partir de la direction du lobe principal de l'antenne soumise aux mesures;

e_{θ} le rapport entre la tension induite pour l'angle θ et la tension induite pour l'angle $\theta = 0$ (ce rapport peut être obtenu à partir du diagramme de directivité);

λ la longueur d'onde;

w la plus grande des dimensions de l'antenne soumise aux mesures;

C_1 et C_2 sont des constantes qui dépendent de la précision recherchée.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de C_1 et C_2 pour que les pourcentages d'erreur dus à la présence de gros objets réfléchissants ne dépassent pas les valeurs de la première colonne.

Précision recherchée	C_1	C_2
10 %	1,2	0,5
5 %	2,4	0,8
3 %	4,0	1,3

When the aerial is measured as a transmitting aerial, the field strength at a distant receiving aerial shall be measured as a function of the angle of rotation. The receiving aerial shall be oriented to measure the radiated component polarized appropriately to the design of the aerial under test and its position during the measurements.

Sufficient points shall be taken to define all parts of the directivity pattern of amplitudes greater than a specified percentage of the main lobe.

The measuring frequencies shall be chosen according to Clause 5.

Graphical presentation

The directivity pattern shall be presented as a polar diagram, using a linear amplitude percentage scale relative to the maximum measured amplitude. The measured points shall be clearly indicated on the graph, down to the specified percentage of the main lobe, the percentage being stated. When a continuous plot has been made, this shall be stated.

The frequency and the orientation of the aerial with respect to the pattern shall be clearly indicated on the diagram.

Examples are given in Figure 9 and Figure 10, page 30, for two different aerals.

Note. — Presentation in a rectangular diagram may also be used, if desirable.

3.4 Aerial impedance

The impedance of the aerial, together with its designed mounting system, can be measured by any suitable method, such as by a slotted line, a radio-frequency bridge, etc., taking appropriate measures, including the use of convenient baluns, when dealing with symmetrical aerals. The frequencies at which the aerial impedance shall be determined are indicated in Clause 5.

To minimize the influence of the earth and other large reflecting objects on the impedance of the aerial, the distance from any point of the aerial under measurement at an angle θ to those objects shall be not less than:

$$C_1 \cdot G \cdot e_{\theta}^2 \cdot \lambda \quad \text{or} \quad C_2 \cdot w$$

whichever be the greater.

In these formulae

G is the actual gain of the aerial under measurement in the main lobe, relative to a half-wave dipole;

θ an angle measured from the direction of the main lobe of the aerial under measurement;

e_{θ} the ratio between the induced voltage at angle θ to the induced voltage at $\theta = 0$ (This ratio can be obtained from the directivity pattern);

λ the wavelength;

w the largest dimension of the aerial under measurement;

C_1 and C_2 are constants depending on the accuracy desired.

The following table indicates the values for C_1 and C_2 , if the percentages of error, due to the presence of large reflecting objects, is not to exceed the value specified in the first column.

Required accuracy	C_1	C_2
10 %	1.2	0.5
5 %	2.4	0.8
3 %	4.0	1.3

Il faut également veiller à ce que la distance de petits objets tels que des dispositifs de mesure, etc., soit suffisamment grande et que la ligne d'alimentation, y compris le dispositif de fixation, occupe sa position normale par rapport à l'antenne. Lorsque cette position normale n'est pas spécifiée, on doit s'assurer que le choix de la position de la ligne d'alimentation a l'influence la plus faible possible sur les mesures.

Présentation graphique

La courbe d'impédance de l'antenne doit être tracée, de préférence sur un abaque de Smith, en prenant la fréquence pour paramètre, les points de mesure étant clairement indiqués.

Cette impédance doit être exprimée en valeur de la charge résistive spécifiée pour laquelle l'antenne a été construite. La figure 11, page 31, donne un exemple.

3.5 Coefficient de réflexion et taux d'onde stationnaire

Dans la plupart des cas, la valeur du coefficient de réflexion ou du taux d'onde stationnaire, à la fréquence pour laquelle l'antenne a été construite, fournit une indication suffisante.

Ces valeurs peuvent être mesurées directement au moyen, par exemple d'une ligne à fentes, par une méthode de balayage de fréquence (Publication 107 de la C.E.I. paragraphe 3.5) ou à l'aide d'un réflectomètre. On peut déduire l'une de l'autre, ou les déterminer séparément à partir de l'impédance d'antenne soit par le calcul, soit par lecture sur le diagramme de Smith mentionné au paragraphe 3.4.

On doit prendre les précautions indiquées au paragraphe 3.4.

Les fréquences de mesure sont indiquées à l'article 5.

Présentation graphique

Dans la présentation graphique, la valeur du coefficient de réflexion ou du taux d'onde stationnaire doit être donnée en fonction de la fréquence, les points mesurés étant clairement indiqués. La charge résistive spécifiée pour laquelle l'antenne a été prévue doit être mentionnée.

La figure 12, page 32, donne un exemple.

4. Emplacement de mesure

Un emplacement de mesure approprié doit avoir des dimensions suffisantes et son voisinage doit être pratiquement exempt d'objets réfléchissants. Il convient de remarquer que les dimensions de l'emplacement doivent être relativement grandes pour les mesures aux fréquences inférieures.

Ce qui suit s'applique aux mesures de gain réel et de directivité effectuées lorsque l'antenne faisant l'objet de mesures fonctionne en antenne de réception.

Afin d'éviter des erreurs de mesure dues aux variations excessives de phase et d'amplitude dans l'espace occupé par l'antenne soumise aux essais, la distance entre antennes doit être déterminée par une des deux conditions suivantes. La condition exigeant la distance la plus grande doit être retenue.

- a) Dans un plan perpendiculaire à la direction de la propagation, la variation de phase à l'emplacement de la mesure sur une distance égale à la plus grande dimension matérielle de l'antenne faisant l'objet de mesures, ne doit pas dépasser $\pi/8$ radian. Pour remplir cette condition, la distance entre les deux antennes doit être d'au moins $2(w_1^2 + w_2^2)/\lambda$, w_1 et w_2 étant respectivement les plus grandes dimensions des antennes d'émission et de réception et λ la longueur d'onde.

Care shall also be taken that the distance to small objects such as measuring devices, etc., is sufficiently large and that the transmission line, including the mounting system, occupies its normal position relative to the aerial. Where this normal position is not specified, care shall be taken to ensure that the transmission line is positioned so as to have the least influence on the measurements.

Graphical presentation

The impedance of the aerial shall preferably be plotted on a Smith impedance chart with the frequency as parameter, the measured points being clearly indicated.

This impedance shall be referred to the specified resistive load for which the aerial has been designed. An example is given in Figure 11, page 31.

3.5 Reflection coefficient and voltage standing wave ratio

For most purposes, either the magnitude of the reflection coefficient or the voltage standing wave ratio as a function of frequency for the range for which the aerial has been designed will give sufficient information.

These quantities can be measured directly by means of for example a slotted line, a frequency sweep method (see I.E.C. Publication 107, Sub-clause 3.5) or a reflectometer method. The one may be derived from the other or they may be independently determined from the aerial impedance either by calculation or by reading the Smith diagram as mentioned in Sub-clause 3.4.

The same precautions as indicated in Sub-clause 3.4 shall be taken into account.

The measuring frequencies are indicated in Clause 5.

Graphical presentation

In the graphical presentation, the magnitude of the reflection coefficient or the voltage standing wave ratio shall be given as a function of frequency, the measured points being clearly indicated. The specified resistive load for which the aerial has been designed shall be stated.

An example is given in Figure 12, page 32.

4. Measuring site

A suitable measuring site shall be of sufficient size and have surroundings which are substantially free from reflecting objects. It has to be noted that the dimensions of the site will be comparatively large for measurements at the lower frequencies.

The following applies to those measurements of actual gain and directivity where the aerial to be measured is used as a receiving aerial.

In order to avoid errors in the measurements due to excessive variations in phase and amplitude in the space occupied by the aerial under test, the distance between the aerials shall be determined by either of the two following requirements. The requirement needing the greater distance shall be taken.

- a) The variation in phase at the measuring site, in a plane perpendicular to the direction of propagation, occurring across a distance equal to the greatest physical dimension of the aerial under measurement, shall not exceed $\pi/8$ radians. To achieve this requirement, the distance between the two aerials shall be at least $2(w_1^2 + w_2^2)/\lambda$, where w_1 and w_2 are the largest dimensions of the transmitting and receiving aerials respectively and λ is the wavelength.

- b) La valeur du champ électromagnétique doit être suffisamment constante dans l'espace occupé par l'antenne faisant l'objet des mesures lorsqu'elle tourne.

Cet espace qui s'étend sur un quart de longueur d'onde dans toutes les directions doit être exploré — avant qu'ait été installée l'antenne objet des mesures, y compris son dispositif de fixation — au moyen d'un dipôle de contrôle qui ne doit pas avoir une longueur supérieure à une demi-longueur d'onde et doit être disposé en fonction de la polarisation utilisée. On doit veiller, au cours de ce contrôle, à ce que le dipôle soit perpendiculaire à la direction de l'émission et que l'influence, sur les mesures, du câble et des appareils soit minimale.

Il convient que la variation totale du signal de sortie du dipôle au cours du contrôle ne dépasse pas 1 dB pour les fréquences inférieures à 300 MHz et 0,5 dB pour les fréquences supérieures à 300 MHz. La variation du niveau du signal observée doit toujours être indiquée sur les graphiques de gain et de directivité.

Note. — L'erreur maximale calculée sur le diagramme de directivité pour un niveau égal à 10 % du lobe principal est comprise entre +3,9 dB et -7,3 dB pour une variation de 1 dB dans le signal de sortie du dipôle, et entre +2,2 dB et -3 dB pour une variation de 0,5 dB. Une autre erreur peut être provoquée par une polarisation transversale résiduelle ou provenir d'un défaut d'adaptation entre l'antenne et la ligne d'alimentation. On doit veiller à ce que ces effets soient aussi réduits que possible.

En général, l'antenne objet des mesures a une directivité verticale supérieure à celle de l'antenne de référence. La valeur du rapport des tensions aux bornes de l'antenne objet des mesures correspondant à l'onde directe et à l'onde réfléchie par le sol ne doit pas dépasser la valeur du même rapport pour l'antenne de référence de plus de 0,5 dB, pour une polarisation horizontale et 1 dB pour une polarisation verticale. L'angle entre l'onde directe et l'onde réfléchie par le sol doit donc être assez faible pour remplir cette condition, à moins que l'on ait pris les mesures suivantes pour réduire l'onde réfléchie par le sol :

- a) emploi d'une antenne d'émission de directivité élevée dans un plan vertical;
- b) emploi de barrières de diffraction entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception;
- c) utilisation d'un angle d'incidence au sol correspondant au pseudo-angle de Brewster dans le cas de la polarisation verticale; cet angle est normalement compris entre 10° et 17°.

Lorsqu'on a à mesurer des diagrammes de directivité, il est également avantageux d'utiliser une antenne d'émission de directivité élevée dans un plan horizontal, afin d'éliminer l'influence des réflexions dues aux objets avoisinants.

5. Fréquences de mesure

Les fréquences auxquelles on doit mesurer, de préférence, les propriétés électriques d'une antenne dépendent du type de l'antenne, des propriétés à mesurer et de la précision des renseignements recherchés.

On doit donner la préférence aux fréquences qui présentent de l'intérêt pour l'application pour laquelle l'antenne est construite. Ces fréquences sont, en général, les fréquences porteuses.

Les antennes de télévision doivent donner lieu à des mesures au moins pour toutes les fréquences porteuses de vision du groupe de canaux couvert. Si une porteuse « son » correspondant à ces canaux sort de cette gamme de fréquences de mesure, on doit également faire des mesures à la fréquence de cette porteuse « son ».

S'il n'est pas spécifié de fréquences porteuses, des mesures doivent être faites sur les antennes au moins à toutes les fréquences du tableau I, page 20, comprises dans la bande de fréquence pour laquelle l'antenne est construite et aux deux fréquences voisines hors des limites de cette bande.

- b) The electromagnetic field shall be sufficiently constant in magnitude within the space which will be occupied by the aerial under measurement when rotating.

This space, extended by a quarter wavelength in every direction, shall be explored, before the aerial under measurement with its mounting structure is installed, by a probe dipole which shall be not longer than one half wavelength and which shall be oriented for the polarization being used. Care shall be taken during this probing that the dipole is kept perpendicular to the direction of transmission and that the influence of cable and apparatus on the measurements is kept to a minimum.

It is advisable that the total variation in the output signal of the dipole during probing shall not exceed 1 dB for frequencies below 300 MHz (Mc/s) and 0.5 dB for frequencies above 300 MHz (Mc/s). The variation in signal level observed shall always be stated on the graphs of gain and directivity.

Note. — The calculated maximum error on the directivity pattern at a level of 10% of the main lobe is $+3.2$ dB to -7.3 dB for 1 dB variation in dipole output signal and $+2.2$ dB to -3 dB for 0.5 dB variation. Another error may be caused by residual cross-polarization or be due to unbalance between the aerial and the transmission system. Care shall be taken to keep these effects to a minimum.

In general, the aerial to be measured will have greater vertical directivity than the reference aerial. The ratio of response of the aerial to be measured to the direct wave and to the ground-reflected wave shall not exceed the corresponding ratio for the reference aerial by more than 0.5 dB for horizontal polarization and 1 dB for vertical polarization. The angle between the direct and the ground-reflected waves shall therefore be small enough to fulfill this condition, unless the following measures have been taken in order to reduce the ground-reflected wave:

- a) the use of a transmitting aerial with high directivity in a vertical plane;
- b) the use of diffracting fences between the transmitting aerial and the receiving aerial;
- c) the use of an angle of incidence at the ground corresponding to the pseudo-Brewster angle, in the case of vertical polarization; this angle is normally between 10° and 17° .

When directivity patterns are to be measured, it will also be advantageous to use a transmitting aerial which has a high directivity in a horizontal plane in order to prevent the influence of reflections from surrounding objects.

5. Measuring frequencies

The frequencies at which the electrical properties of an aerial shall preferably be measured depend on the type of aerial, on the properties to be measured and on the accuracy of the information required.

Preference shall be given to those frequencies which are of interest for the purpose for which the aerial is designed. Such frequencies will usually be the carrier frequencies.

Television aerials shall be measured at least at all vision carrier frequencies within the groups of channels covered. As far as an associated sound carrier of those channels falls outside this range of measuring frequencies, measurements shall be taken at the frequency of this sound carrier.

If no carrier frequencies are specified, the aerials shall be measured at least at all those frequencies of Table I, page 21, which fall inside the frequency band for which the aerial is designed and at the two adjoining frequencies outside this band.

TABLEAU I

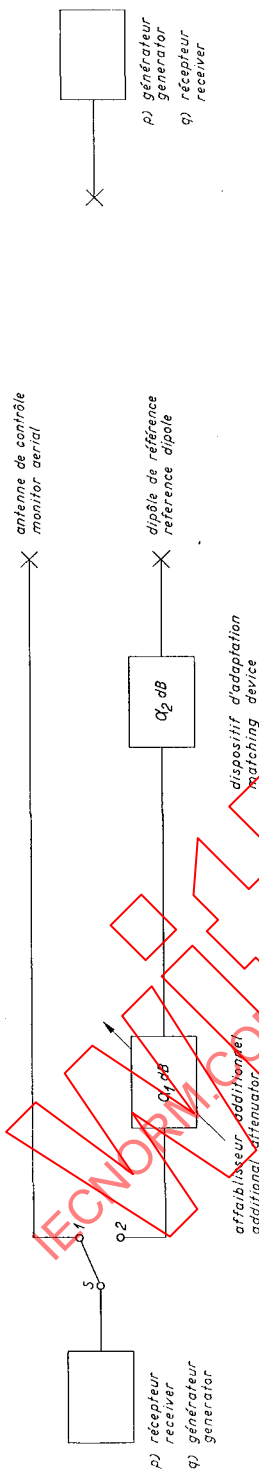
*Fréquences de mesure recommandées en MHz
donnant une variation relative de fréquence d'environ 5%*

Gamme 30-100 MHz	Gamme 100-300 MHz	Gamme 300-1 000 MHz
30	100	300
32	105	320
34	110	340
36	116	360
38	122	380
40	128	400
42	135	420
44	142	440
46	150	460
48	158	480
50	166	500
52	174	520
55	182	550
58	191	580
61	200	610
64	210	640
67	220	670
70	230	700
74	240	740
78	255	780
82	270	820
86	285	860
90	300	900
95		950
100		1 000

TABLE I

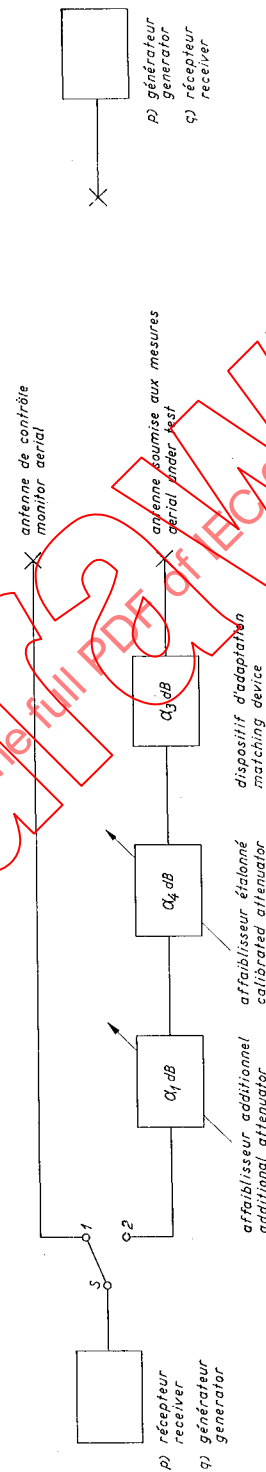
*Recommended measuring frequencies in MHz (Mc/s)
giving a relative frequency interval of approximately 5%*

Range: 30-100 MHz (Mc/s)	Range: 100-300 MHz (Mc/s)	Range: 300-1 000 MHz (Mc/s)
30	100	300
32	105	320
34	110	340
36	116	360
38	122	380
40	128	400
42	135	420
44	142	440
46	150	460
48	158	480
50	166	500
52	174	520
55	182	550
58	191	580
61	200	610
64	210	640
67	220	670
70	230	700
74	240	740
78	255	780
82	270	820
86	285	860
90	300	900
95		950
100		1 000



Montage pour le tarage.
L'affaiblisseur additionnel doit être réglé de manière que la tension à l'entrée du récepteur soit la même pour les deux positions de l'interrupteur S. The additional attenuator shall be adjusted for equal receiver input voltage in both positions of switch S.

Calibration arrangement.



Montage pour les mesures.
Sans modifier l'affaiblisseur additionnel, l'affaiblisseur étalonné doit être réglé de manière que la tension à l'entrée du récepteur soit la même dans les deux positions de l'interrupteur S. The actual gain is equal to $G = \alpha_1 + \alpha_3 - \alpha_2$ dB.

Measuring arrangement.

FIG. 1 (Paragraphe 3.2) — Exemple de montage pour la mesure du gain réel, l'antenne étant utilisée à la réception, disposition p), ou à l'émission, disposition q).

FIG. 1 (Sub-clause 3.2) — Example of circuit arrangement for actual gain measurements, with the aerial under test used as a receiving aerial, disposition p), or as a transmitting serial, disposition q).

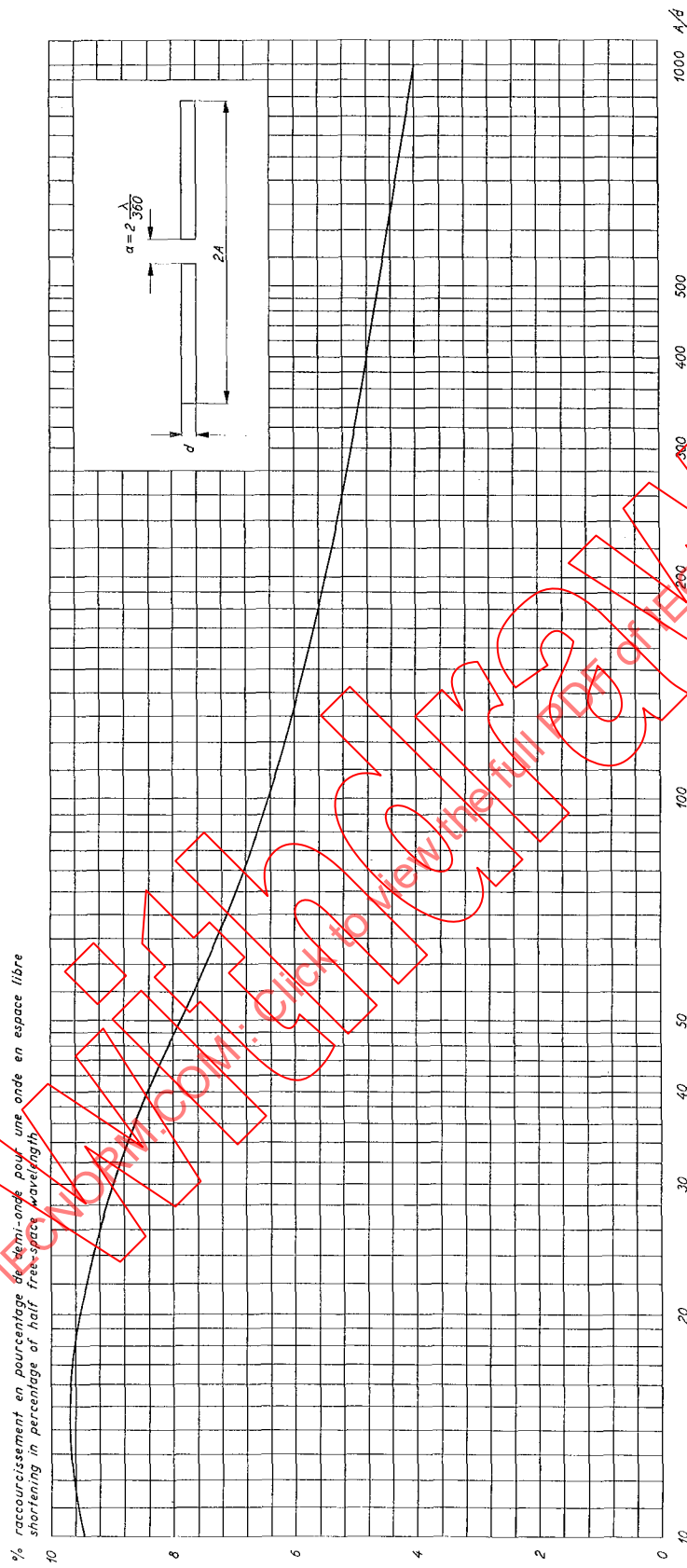


FIG. 2 (Paragraphe 3.2) — Effet de raccourcissement d'un dipôle demi-onde (d'après Brown et Woodward, Proc. I.R.E., Avril 1945, Fig. 11).

FIG. 2 (Sub-clause 3.2) — Shortening effect of a half-wave dipole (according to Brown and Woodward, Proc. I.R.E., April 1945, Fig. 11).

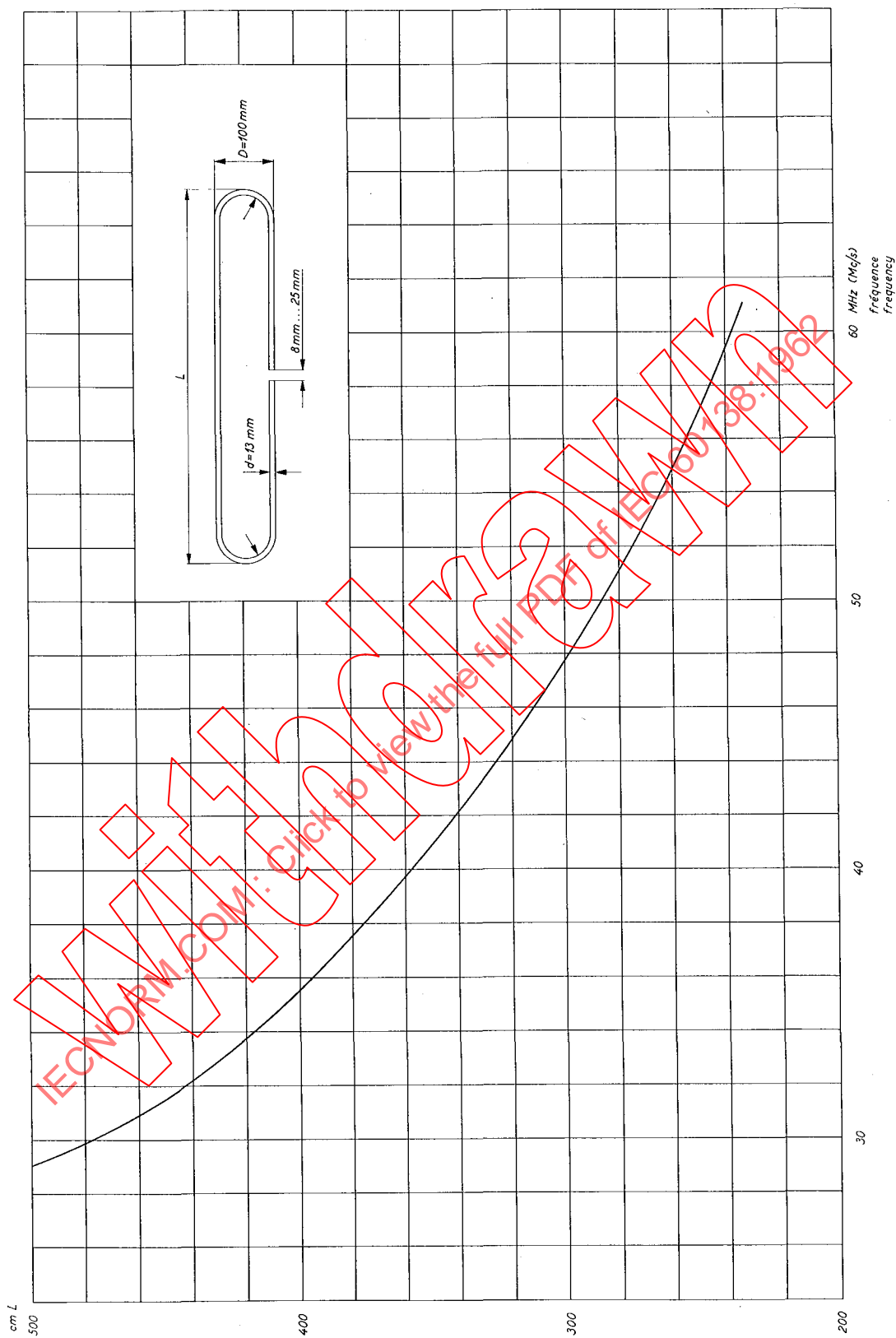


FIG. 3 (Paragraphe 3.2) — Longueur du dipôle replié dans la gamme de fréquence 30-60 MHz.

FIG. 3 (Sub-clause 3.2) — Length of folded dipoles in the frequency range 30-60 MHz (Mc/s).

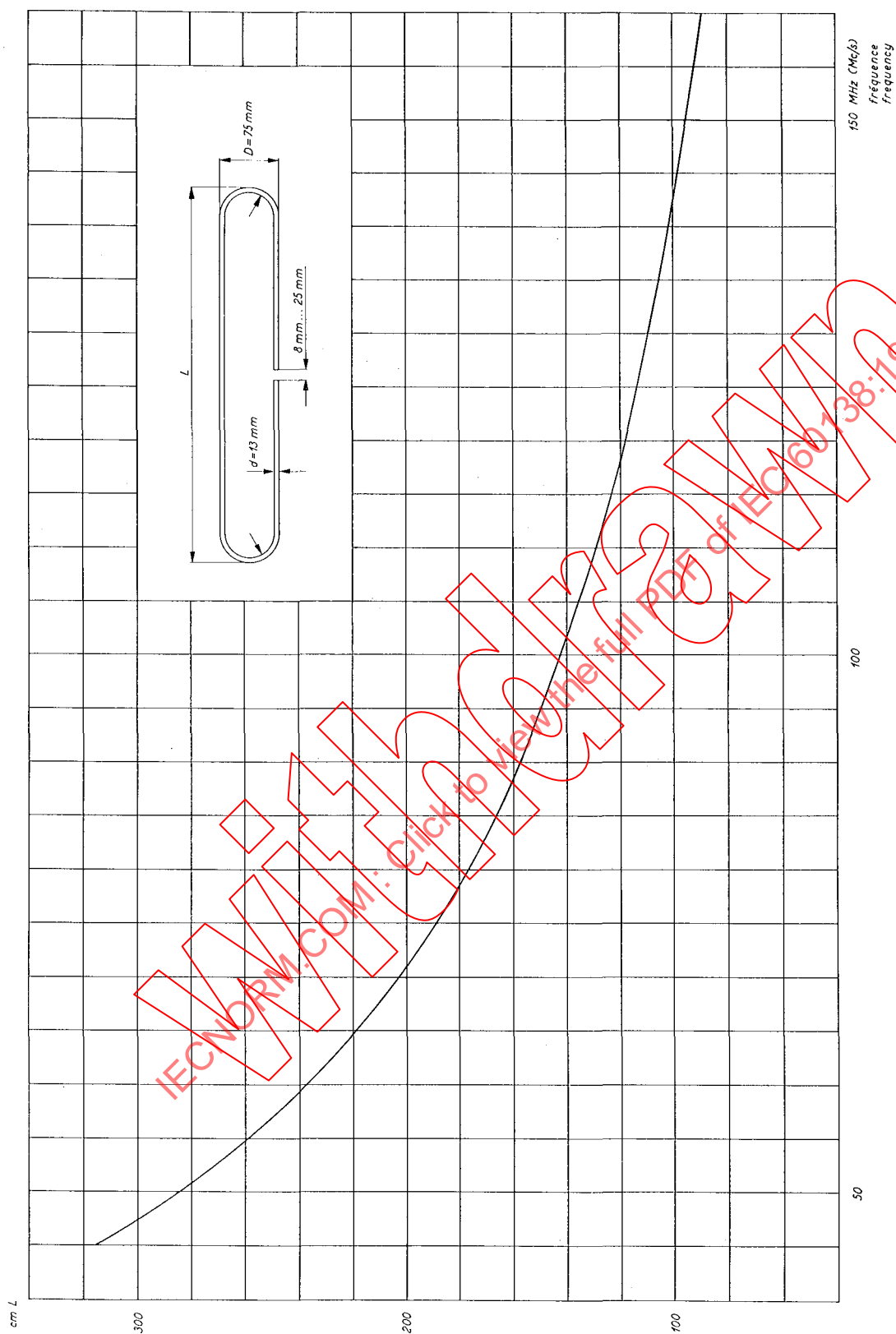


FIG. 4 (Paragraphe 3.2) — Longueur du dipôle replié dans la gamme de fréquence 50-150 MHz.

FIG. 4 (Sub-clause 3.2) — Length of folded dipoles in the frequency range 50-150 MHz (Mc/s).

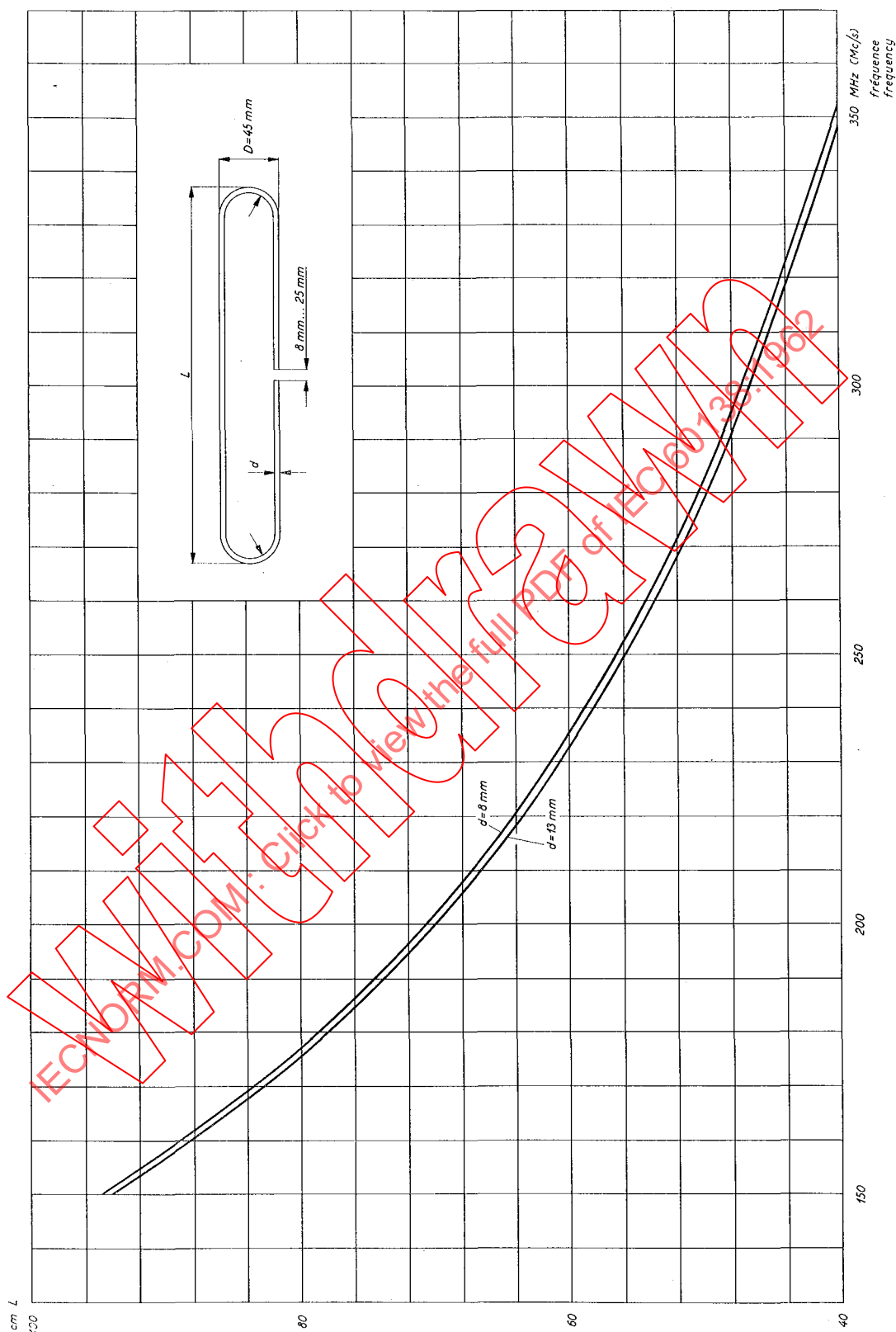


FIG. 5 (Paragraphe 3.2) — Longueur du dipôle replié dans la gamme de fréquence 150-350 MHz.

FIG. 5 (Sub-clause 3.2) — Length of folded dipoles in the frequency range 150-350 MHz (Mc/s).